

令和5年度 福岡市の酸性雨調査結果

環境科学課 大気担当

1 はじめに

酸性雨は大気中の汚染物質が地表に沈着することで土壌、湖沼などを酸性化する原因となる。環境省では越境大気汚染や酸性沈着の影響の把握や将来の影響を予測することを目的として、昭和58年度から酸性雨対策調査、平成13年度からは酸性雨長期モニタリングを実施している。近年のモニタリング（平成25～29年度）では、中国における硫黄や窒素の酸化物の排出量の減少がみられることから、日本の降水pHも近年は上昇の兆候がみられる¹⁾との報告がある。また、環境省の調査を面的及び项目的に補完するもの²⁾として、平成3年度から全国環境研協議会による酸性雨全国調査が実施されている。福岡市では、平成2年度から市内の酸性雨調査を実施しており、平成3年度からは本調査に参加している。

今回、本調査の一環として令和5年3月27日から令和6年3月25日までの間、城南区役所（城南区鳥飼）と曲渕ダム（早良区曲渕）の2地点で酸性雨（湿性沈着）調査を行った結果について報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

図1に調査地点を示す。城南区役所は、本市の中心部から南西約3kmに位置し、商業地域に属する。南東約130mに国道202号線が通り、周囲にはマンションが多く建ち並んでいる。

曲渕ダムは、本市の中心部から南西へ約13km、室見川上流の谷間標高約170m地点に位置し、市街化調整区域に属する。南側約300mに国道263号が通っているが、市街地に比べると交通量は少ない。

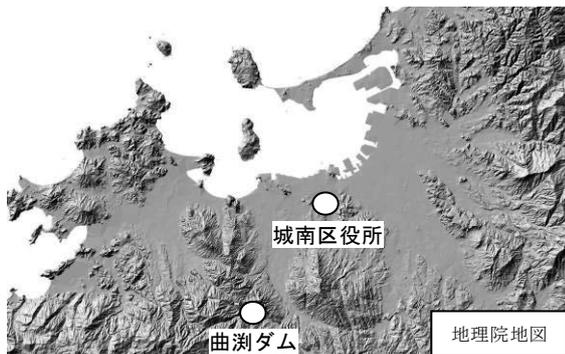


図1 調査地点

2.2 試料採取方法及び分析方法

降雨の採取は、通年で原則1週間毎に降雨時開放型自動雨水採取装置（小笠原計器（現 ANEOS 株式会社）製 US-330H）を用いて行った。測定項目は、降水量、pH、電気伝導率（以下、「EC」とする。）及びイオン成分（ SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）である。

採取した試料は、貯水量を計量後、湿性沈着モニタリング手引き書（第2版）³⁾に準じて測定・分析した。

3 結果及び考察

3.1 令和5年度調査結果

令和5年度の城南区役所の調査結果を表1に、曲渕ダムの調査結果を表2に示す。pH及びECの平均値は、分析に供した降水量の加重平均により算出した。イオン成分沈着量は、各イオン成分に対し、分析に供した降水量を乗じて算出した。なお、城南区役所は3月27日～4月3日、4月17日～4月24日、5月22日～5月29日、6月12日～6月19日、10月10日～10月16日、10月30日～11月6日及び11月20日～11月27日が、曲渕ダムは3月27日～4月3日、6月12日～6月19日、10月10日～10月16日、10月23日～10月30日、10月30日～11月6日及び11月20日～11月27日が、少雨のため欠測となった。また、曲渕ダムは5月15日～6月8日が採水器故障のため欠測となった。

年間降水量は、城南区役所で1877.4mm、曲渕ダムで2461.3mmであり、曲渕ダムの方が多かった。pHは、城南区役所では4.18～5.89の範囲で、年平均値が5.03であった。また、曲渕ダムでは4.17～5.90の範囲で、年平均値が5.00であった。環境省の令和4年度酸性雨調査結果（<https://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/r04/index.html>）の全国の年平均値5.07と比較して、2地点ともに、若干低い値であった。

2地点のイオン成分の年間沈着量は、海塩由来である Na^+ 、 Cl^- を除くと、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、次いで SO_4^{2-} が多かった。また、イオン成分の年間沈着量は、曲渕ダムが城南区役所よりも多かった。

3.2 令和5年度経月変動

令和5年度の月毎の降水量、pH及びECを図2に示す。2地点の降水量は、1年を通じて同様の変動を示し、7月

に最も多く10月に最も少なかった。2地点間の比較では、1年を通じて曲淵ダムの降水量が城南区役所の降水量より多い傾向であった。pHは2地点ともに6月が最も高く、1月が最も低かった。ECは2地点ともに夏季に低く、秋季から冬季に高い傾向を示しており、城南区役所は12月、曲淵ダムは11月が最も高かった。

酸性成分 (nss-SO_4^{2-} , NO_3^-) 及び塩基性成分 (NH_4^+ , nss-Ca^{2+}) の月間沈着量を図3に示す。どの成分も11月から3月にかけて曲淵ダムが城南区役所より多い傾向で

あった。また、10月が最も少なかった。

酸性成分及び塩基性成分の月間加重平均濃度の経月変化を図4に示す。2地点ともに酸性成分、塩基性成分ともに夏季に低く、冬季に高い傾向を示した。

酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化を図5に示す。酸性成分比 ($\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$) は、2地点ともに9月が NO_3^- の割合が最も小さく、12月が NO_3^- の割合が最も大きかった。塩基性成分比 ($\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$) は、7月が NH_4^+ の割合が最も大きかった。

表 1 城南区役所（湿性沈着物）

採取期間	降水量 mm	pH	EC mS/m	SO ₄ ²⁻ mmol/m ²	NO ₃ ⁻ mmol/m ²	Cl ⁻ mmol/m ²	NH ₄ ⁺ mmol/m ²	Na ⁺ mmol/m ²	K ⁺ mmol/m ²	Ca ²⁺ mmol/m ²	Mg ²⁺ mmol/m ²	H ⁺ mmol/m ²
3/27 - 4/3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/3 - 4/10	29.6	4.85	1.5	0.39	0.39	0.99	0.63	0.84	0.04	0.09	0.09	0.42
4/10 - 4/17	60.2	4.98	1.0	0.68	0.77	0.71	1.22	0.59	0.06	0.25	0.10	0.63
4/17 - 4/24	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/24 - 5/1	81.6	4.83	0.9	0.70	0.79	0.48	1.13	0.31	0.04	0.11	0.05	1.21
5/1 - 5/8	135.0	5.27	0.8	0.56	0.60	4.46	0.74	3.76	0.09	0.13	0.37	0.73
5/8 - 5/15	2.9	4.18	5.0	0.17	0.16	0.14	0.19	0.09	0.01	0.05	0.02	0.19
5/15 - 5/22	21.8	5.01	1.0	0.27	0.24	0.16	0.46	0.10	0.01	0.05	0.02	0.21
5/22 - 5/29	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/29 - 6/5	94.8	5.13	0.6	0.50	0.71	0.46	1.09	0.31	0.03	0.08	0.05	0.70
6/5 - 6/12	34.7	5.26	0.6	0.23	0.38	0.07	0.69	0.04	0.01	0.04	0.01	0.19
6/12 - 6/19	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/19 - 6/26	61.1	5.30	0.4	0.22	0.37	0.12	0.54	0.07	0.01	0.05	0.02	0.31
6/26 - 7/3	183.3	5.32	0.4	0.41	1.08	0.80	1.22	0.67	0.03	0.08	0.08	0.88
7/3 - 7/10	356.1	5.04	0.6	1.28	2.34	1.60	3.67	1.42	0.09	0.15	0.15	3.28
7/10 - 7/18	6.8	5.43	0.9	0.04	0.13	0.16	0.17	0.13	0.01	0.02	0.01	0.03
7/18 - 7/24	28.4	5.33	0.3	0.06	0.13	0.20	0.16	0.18	0.01	0.01	0.01	0.13
7/24 - 7/31	25.4	4.29	2.7	0.69	0.64	0.35	0.69	0.18	0.01	0.14	0.03	1.30
7/31 - 8/7	37.4	5.19	0.9	0.27	0.66	0.29	1.00	0.25	0.01	0.15	0.02	0.24
8/7 - 8/14	83.4	5.50	0.4	0.27	0.20	0.74	0.30	0.68	0.03	0.12	0.06	0.26
8/14 - 8/21	26.2	4.81	1.9	0.34	0.52	1.69	0.52	1.49	0.04	0.09	0.15	0.41
8/21 - 8/28	21.5	4.86	1.3	0.17	0.50	0.22	0.45	0.20	0.01	0.07	0.02	0.30
8/28 - 9/4	9.4	5.89	0.8	0.06	0.13	0.17	0.24	0.14	0.01	0.03	0.01	0.01
9/4 - 9/11	30.5	5.34	0.6	0.13	0.16	0.72	0.24	0.65	0.02	0.05	0.06	0.14
9/11 - 9/19	61.8	4.76	1.1	0.73	0.29	0.61	0.46	0.38	0.03	0.07	0.04	1.07
9/19 - 9/25	4.5	5.16	1.9	0.04	0.13	0.38	0.14	0.34	0.01	0.02	0.03	0.03
9/25 - 10/2	3.7	4.40	3.8	0.15	0.17	0.19	0.24	0.15	0.01	0.03	0.02	0.15
10/2 - 10/10	14.4	5.75	0.5	0.05	0.14	0.18	0.19	0.17	0.01	0.03	0.01	0.03
10/10 - 10/16	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/16 - 10/23	4.9	4.39	6.0	0.15	0.25	1.30	0.16	1.19	0.03	0.04	0.13	0.20
10/23 - 10/30	2.1	4.90	7.6	0.08	0.09	0.92	0.08	0.83	0.02	0.03	0.09	0.03
10/30 - 11/6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/6 - 11/13	19.6	4.45	3.5	0.47	0.49	1.91	0.48	1.66	0.04	0.11	0.19	0.70
11/13 - 11/20	28.8	4.92	5.8	0.87	0.86	9.44	0.81	8.29	0.18	0.35	0.93	0.34
11/20 - 11/27	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/27 - 12/4	3.6	4.25	10.3	0.24	0.78	1.04	0.62	0.98	0.03	0.14	0.13	0.21
12/4 - 12/11	2.2	4.27	7.2	0.09	0.30	0.45	0.23	0.38	0.01	0.05	0.05	0.12
12/11 - 12/18	30.6	4.72	4.1	0.66	0.66	6.65	0.71	5.85	0.13	0.23	0.64	0.59
12/18 - 12/25	8.9	4.47	7.2	0.40	0.70	2.85	0.45	2.56	0.06	0.23	0.29	0.30
12/25 - 1/4	15.9	4.51	7.4	0.78	1.40	4.36	1.63	3.97	0.12	0.19	0.45	0.49
1/4 - 1/11	11.9	4.47	4.7	0.35	1.01	1.47	0.94	1.38	0.05	0.10	0.16	0.40
1/11 - 1/18	5.4	4.32	5.4	0.19	0.61	0.52	0.59	0.47	0.03	0.05	0.06	0.26
1/18 - 1/25	36.0	4.41	2.8	0.78	0.73	1.85	0.66	1.48	0.05	0.09	0.16	1.39
1/25 - 1/29	5.7	4.34	7.2	0.23	0.73	1.19	0.67	1.04	0.03	0.08	0.12	0.26
1/29 - 2/5	70.5	4.55	1.6	1.11	0.58	0.39	0.70	0.21	0.03	0.08	0.04	1.98
2/5 - 2/13	9.2	4.50	2.1	0.12	0.25	0.33	0.20	0.28	0.01	0.02	0.03	0.29
2/13 - 2/19	13.8	4.92	3.8	0.35	0.35	2.38	0.45	2.05	0.07	0.09	0.23	0.17
2/19 - 2/26	67.5	5.04	1.2	0.55	0.88	2.14	1.32	1.87	0.11	0.12	0.20	0.62
2/26 - 3/4	26.9	4.45	2.6	0.59	0.29	1.75	0.43	1.51	0.04	0.10	0.16	0.95
3/4 - 3/11	24.5	4.61	1.6	0.36	0.41	0.23	0.47	0.18	0.03	0.06	0.03	0.61
3/11 - 3/18	23.1	5.14	1.9	0.33	0.62	1.39	0.83	1.23	0.04	0.11	0.13	0.17
3/18 - 3/25	51.4	5.43	0.8	0.36	0.81	0.66	0.88	0.61	0.04	0.27	0.10	0.19
合計	1877.4	-	124.8	17.43	24.45	59.11	29.66	51.16	1.77	4.46	5.75	23.11
平均	-	5.03	-	0.39	0.54	1.31	0.66	1.14	0.04	0.10	0.13	0.51
最大値	356.1	5.89	10.3	1.28	2.34	9.44	3.67	8.29	0.18	0.35	0.93	3.28
最小値	0.0	4.18	0.3	0.04	0.09	0.07	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01

表2 曲淵ダム (湿性沈着物)

採取期間	降水量 mm	pH	EC mS/m	SO ₄ ²⁻ mmol/m ²	NO ₃ ⁻ mmol/m ²	Cl ⁻ mmol/m ²	NH ₄ ⁺ mmol/m ²	Na ⁺ mmol/m ²	K ⁺ mmol/m ²	Ca ²⁺ mmol/m ²	Mg ²⁺ mmol/m ²	H ⁺ mmol/m ²
3/27 - 4/3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/3 - 4/10	41.0	5.13	1.1	0.47	0.35	1.17	0.43	0.95	0.33	0.16	0.14	0.30
4/10 - 4/17	53.5	5.08	0.9	0.59	0.62	0.43	0.86	0.37	0.13	0.26	0.08	0.44
4/17 - 4/24	2.3	5.83	7.2	0.24	0.40	0.33	0.35	0.34	0.03	0.22	0.07	0.00
4/24 - 5/1	119.3	4.83	0.8	0.83	1.02	0.68	0.92	0.53	0.06	0.13	0.09	1.78
5/1 - 5/8	249.6	5.20	0.9	1.28	0.82	9.60	0.95	8.25	0.20	0.30	0.82	1.57
5/8 - 5/15	2.1	4.49	3.6	0.10	0.10	0.12	0.10	0.07	0.01	0.05	0.03	0.07
5/15 - 5/22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/22 - 5/29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/29 - 6/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/5 - 6/12 ※	2.4	5.29	0.9	0.02	0.05	0.02	0.08	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
6/12 - 6/19	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/19 - 6/26	60.0	5.14	0.5	0.29	0.26	0.14	0.42	0.10	0.02	0.04	0.02	0.44
6/26 - 7/3	265.2	5.35	0.4	0.57	1.20	1.71	0.98	1.46	0.07	0.13	0.18	1.18
7/3 - 7/10	402.3	4.98	0.7	1.63	2.55	2.11	3.80	1.78	0.10	0.13	0.16	4.17
7/10 - 7/18	20.7	5.44	0.7	0.09	0.15	0.54	0.21	0.47	0.02	0.03	0.04	0.08
7/18 - 7/24	33.3	5.14	0.5	0.10	0.19	0.37	0.13	0.34	0.01	0.02	0.04	0.24
7/24 - 7/31	38.2	4.49	1.9	0.57	0.85	0.26	0.78	0.16	0.02	0.11	0.02	1.23
7/31 - 8/7	10.2	5.90	0.6	0.06	0.11	0.05	0.29	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01
8/7 - 8/14	161.1	5.20	0.5	0.64	0.37	2.04	0.51	1.84	0.09	0.12	0.14	1.02
8/14 - 8/21	27.8	4.69	3.6	0.58	0.41	5.47	0.24	5.00	0.12	0.14	0.53	0.57
8/21 - 8/28	28.5	4.78	1.1	0.23	0.41	0.17	0.40	0.16	0.02	0.04	0.02	0.47
8/28 - 9/4	10.9	5.60	0.5	0.06	0.06	0.11	0.16	0.10	0.01	0.01	0.01	0.03
9/4 - 9/11	71.7	4.83	1.4	0.72	0.83	3.10	0.87	2.90	0.09	0.16	0.29	1.05
9/11 - 9/19	68.8	4.51	1.5	0.93	0.27	0.72	0.37	0.34	0.04	0.07	0.04	2.12
9/19 - 9/25	18.9	5.11	1.0	0.10	0.28	0.63	0.23	0.60	0.03	0.04	0.06	0.15
9/25 - 10/2	4.5	4.56	2.8	0.14	0.16	0.17	0.21	0.15	0.01	0.04	0.02	0.12
10/2 - 10/10	19.4	5.74	0.4	0.05	0.14	0.19	0.10	0.19	0.01	0.03	0.02	0.04
10/10 - 10/16	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/16 - 10/23	8.4	4.68	3.0	0.15	0.25	0.88	0.20	0.80	0.03	0.04	0.09	0.18
10/23 - 10/30	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/30 - 11/6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/6 - 11/13	29.2	4.51	3.7	0.67	0.78	3.90	0.63	3.37	0.10	0.18	0.38	0.89
11/13 - 11/20	67.3	5.03	5.1	1.69	1.62	19.87	1.37	17.46	0.37	0.66	1.95	0.63
11/20 - 11/27	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/27 - 12/4	4.9	4.27	11.5	0.39	1.28	1.60	1.03	1.52	0.06	0.25	0.20	0.27
12/4 - 12/11	8.0	4.43	3.3	0.14	0.49	0.47	0.33	0.40	0.02	0.06	0.05	0.30
12/11 - 12/18	109.8	4.88	3.1	1.57	1.15	19.89	1.03	17.30	0.38	0.52	1.91	1.46
12/18 - 12/25	18.2	4.21	8.4	0.90	1.69	5.96	1.10	5.50	0.14	0.32	0.62	1.12
12/25 - 1/4	17.0	4.79	4.8	0.53	0.83	3.48	0.76	3.15	0.09	0.14	0.36	0.28
1/4 - 1/11	18.5	4.73	2.9	0.32	0.69	1.86	0.59	1.73	0.05	0.08	0.18	0.35
1/11 - 1/18	3.3	4.17	10.2	0.20	0.59	1.02	0.52	0.94	0.03	0.06	0.11	0.22
1/18 - 1/25	68.5	4.68	2.9	1.17	1.00	8.20	0.81	7.08	0.14	0.22	0.80	1.45
1/25 - 1/29	14.0	4.41	6.2	0.54	1.70	2.13	1.79	1.83	0.08	0.16	0.23	0.54
1/29 - 2/5	71.8	4.52	1.8	1.16	0.93	0.64	0.82	0.44	0.04	0.07	0.06	2.16
2/5 - 2/13	7.4	4.56	2.4	0.10	0.18	0.48	0.11	0.44	0.01	0.02	0.04	0.20
2/13 - 2/19	47.9	4.79	3.0	0.92	0.86	5.83	0.88	5.20	0.17	0.18	0.57	0.77
2/19 - 2/26	105.0	5.12	1.5	0.93	1.13	6.05	1.76	5.44	0.19	0.24	0.57	0.79
2/26 - 3/4	37.1	4.50	2.1	0.65	0.25	2.03	0.25	1.74	0.05	0.10	0.18	1.17
3/4 - 3/11	28.1	4.64	1.5	0.34	0.42	0.29	0.43	0.23	0.03	0.05	0.04	0.65
3/11 - 3/18	38.3	5.17	1.9	0.58	1.14	2.37	1.36	2.14	0.07	0.22	0.24	0.26
3/18 - 3/25	46.4	5.62	1.1	0.44	0.77	1.44	0.72	1.29	0.06	0.40	0.18	0.11
合計	2461.3	-	114.0	23.66	29.33	118.51	29.87	104.16	3.53	6.23	11.56	30.89
平均	-	5.00	-	0.01	0.68	2.76	0.69	2.42	0.08	0.14	0.27	0.72
最大値	402.3	5.90	11.5	1.69	2.55	19.89	3.80	17.46	0.38	0.66	1.95	4.17
最小値	0.0	4.17	0.4	0.02	0.05	0.02	0.08	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00

※6月5日～8日は採水器故障のため欠測。6月9日～12日の測定値を採用した。

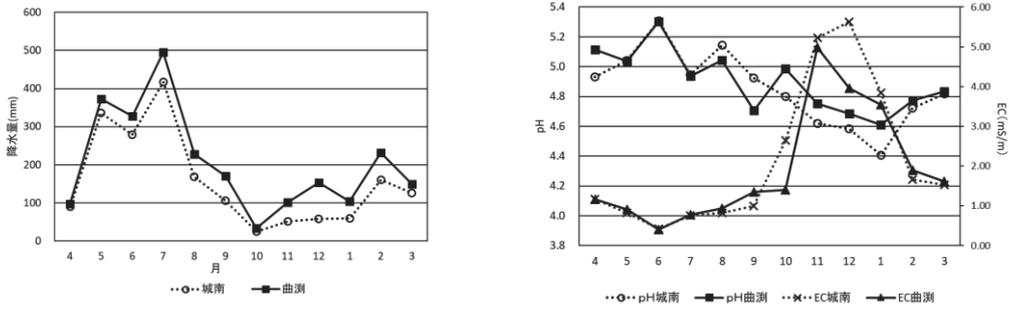


図2 令和5年度降水量, pH, ECの経月変化

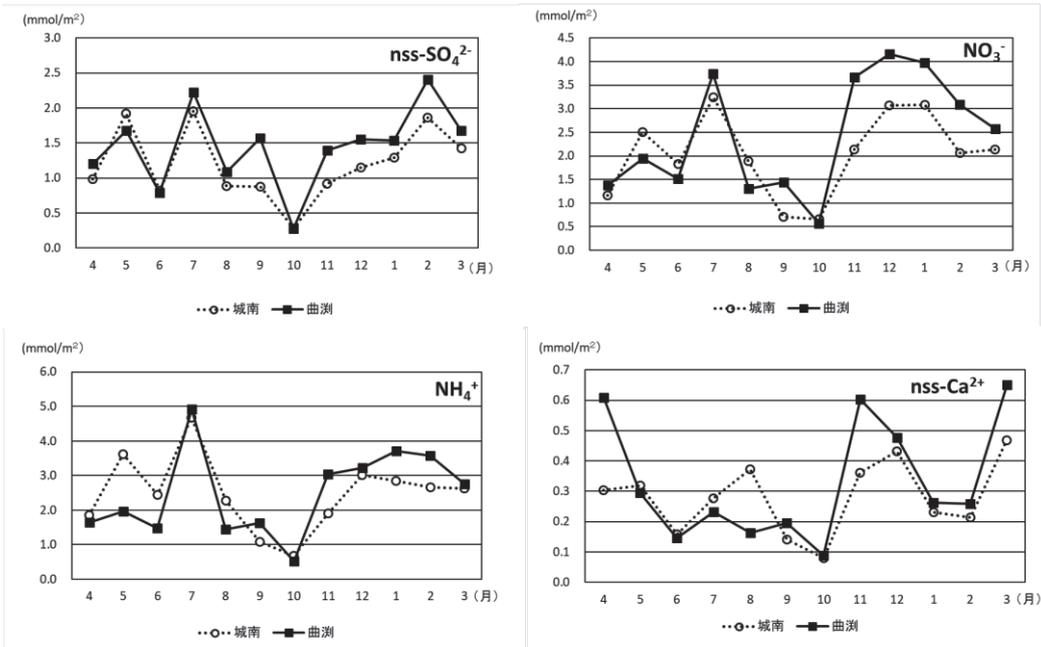


図3 令和5年度イオン成分月間沈着量の経月変化 (nss-SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, nss-Ca²⁺)

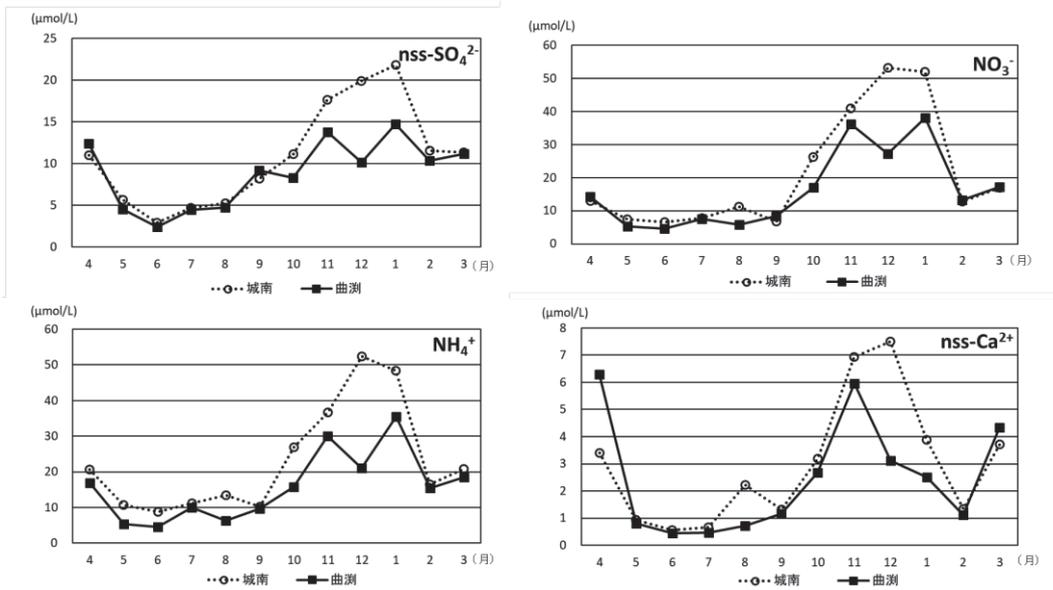


図4 令和5年度イオン成分月間加重平均濃度の経月変化 (nss-SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, nss-Ca²⁺)

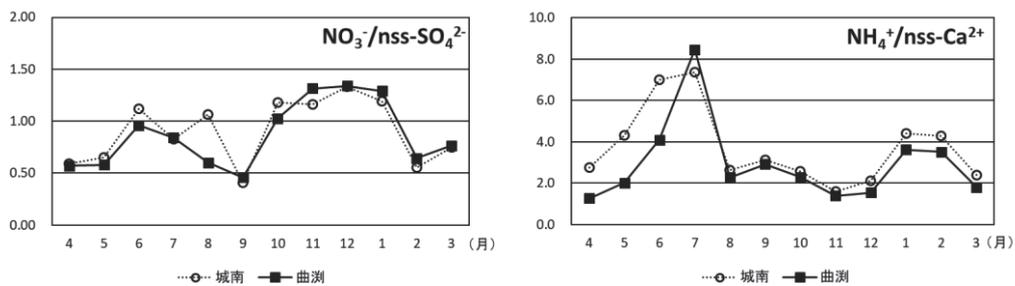


図5 令和5年度酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化

文献

(令和元)年度

- 1) 環境省：越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書（平成25～29年度）
- 2) 全国環境研協議会：第6次酸性雨全国調査報告書2019

- 3) 環境省：湿性沈着モニタリング手引き書（第2版），2001